

ANALISIS PERAMALAN PASANG SURUT DENGAN METODE ADMIRALTY DAN AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA) DI PERAIRAN PANTAI WIDURI KABUPATEN PEMALANG

Pulung Puji Wicaksono^{*)}, Gentur Handoyo^{*)} dan Warsito Atmodjo^{*)}

^{*)}Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro,
Semarang
Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Tlp. / Fax. (024)7474698 Semarang 50275
Email: pulungpujiwicaksono@gmail.com

ABSTRAK

Pantai Widuri merupakan salah satu pantai wisata yang berada di Kabupaten Pemalang. Pengembangan wisata Pantai Widuri terhambat kurangnya informasi data hidrooseanografi, yaitu pasang surut. Perhitungan pasang surut dapat dilakukan secara analisa harmonik dengan metode Admiralty dan analisa statistik dengan metode ARIMA. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pasang surut dan meramalkan serta membandingkan nilai MSL di Perairan Pantai Widuri pada tahun 2016 sampai 2018 dengan pendekatan analisa harmonik dan pendekatan statistik. Pengukuran di lapangan dilaksanakan pada tanggal 21 Agustus-4 September 2015 di dermaga Pantai Widuri dengan menggunakan palem pasut selama 15 hari dengan interval setiap jam. Data lapangan yang telah diteliti kemudian diolah dengan menggunakan metode Admiralty 15 piantan sehingga diperoleh 9 komponen pasang surut yang kemudian dilanjutkan dengan peramalan pasang surut (Rampas). Inputan ARIMA menggunakan data MSL bulanan pada Januari 2010 sampai September 2015 dari Badan Informasi Geospasial. Pengolahan ARIMA menggunakan *software* Minitab 16. Langkah peramalan dengan ARIMA adalah (1) melakukan proses identifikasi model dengan proses *differencing*, (2) melakukan estimasi parameter, (3) melakukan diagnostik dengan melihat apakah *residual* bersifat acak dan normal, (4) melakukan peramalan. Hasil metode Admiralty diperoleh nilai Formzahl sebesar 0,61 dengan nilai HHWL= 130 cm, MSL= 90 cm dan LLWL= 50 cm, yang berarti Perairan Pantai Widuri memiliki tipe pasang surut campuran condong harian ganda. Peramalan nilaiMSL dengan metode Admiralty berkisar 49,99 cm-60,58 cm dengan MRE sebesar 26,70%. Peramalan nilai MSL metode ARIMA diperoleh nilai berkisar 76,24 cm-83,45 cm dan nilai MRE sebesar 4,84%. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa peramalan MSL jangka pendek dengan menggunakan metode ARIMA lebih akurat bila dibandingkan dengan metode Admiralty.

Kata Kunci : *Pasang Surut, Peramalan, Admiralty, ARIMA, Perairan Widuri, Kabupaten Pemalang*

ABSTRACT

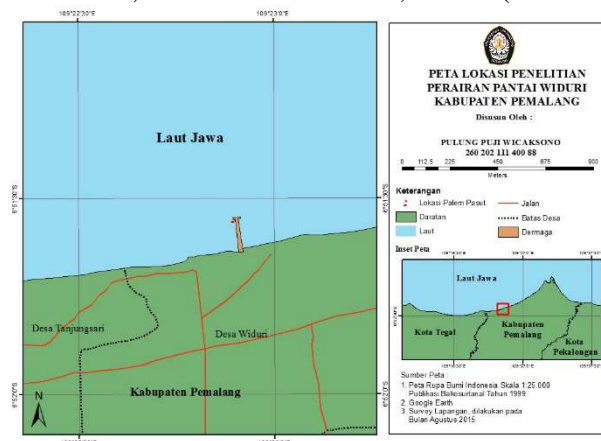
Widuri Beach is one of the recreational beach located in Pemalang regency. The development of tourism in Widuri beach was hampered due to the lack of Hydro-Oceanography data, which is tidal. The tidal analysis could be done by utilizing the harmonic analysis using the Admiralty method, or the statistic analysis using the ARIMA method. This study aims to figure out the tidal charcteristic and forecasting them while also comparing the MSL value in the waters of Widuri Beach from 2016 to 2018 using the harmonic analysis and a statistic approach. Measurements on the site were conducted on August 21 – September 4, 2015 at the Widuri Beach Water using a tide staff for 15 days with an interval of one hour. The scrutinized data that was acquired from the field was then processed using the Admiralty method for 15 days, and 9 components of tidal was obtained, which then followed by forecasting the tidal. The inputs of ARIMA using the monthly MSL data from January 2010 to September 2015, which was obtained from Badan Informasi Geospasial. The ARIMA data was processed using the Minitab 16 software. The stages in forecasting using the ARIMA method are (1) execute the process of model idetification using the differencing method, (2) estimate the parameters, (3) conduct a diagnostic analysis by observeing whether the residual is random or normal, (4) the forecast. The result from the Admiralty method is a Formzahl value of 0,61, along with the values of

HHWL=130cm, MSL=90cm, and LLWL=50cm, meaning that the waters of Widuri Beach are mixed, prevailing semidiurnal tide. The forecasted value of MSL using the Admiralty method ranges from 49,99cm – 60,58cm with an MRE of 26,70%. While the forecasted value of MSL using the ARIMA method ranges from 76,24cm – 83,25cm with an MRE of 4,84%. Based on the results of this study, it could be concluded that a short term forecast for MSL using the ARIMA method are more accurated.

Keywords : Tidal, Forecasting, Admiralty, ARIMA, Widuri Beach, PemalangRegency

PENDAHULUAN

Pasang surut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Pemanfaatan data pasang surut untuk kepentingan ilmiah seperti konstruksi bangunan yang dibangun di perairan lepas pantai serta di tepi pantai memerlukan data pasang surut berupa nilai kedudukan muka air laut yaitu *Mean Sea Level* (MSL), *Highest High Water Level* (HHWL) dan *Lowest Low Water Level* (LLWL) dalam perencanaan dan pelaksanaannya. Analisa perhitungan MSL dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pendekatan harmonis dengan menggunakan metode Admiralty dan pendekatan statistik dengan ARIMA. Kabupaten Pemalang, Jawa Tengah secara geografis terletak pada titik koordinat 109°17'30" – 109°40'30" BT dan 7°20'11" – 8°52'30" LS. Pengembangan daerah wisata khususnya Pantai Widuri masih terhambat karena kurangnya beberapa informasi hidrooseanografi salah satunya adalah pasang surut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik pasang surut serta meramalkan dan membandingkan nilai MSL di Perairan Pantai Widuri untuk tahun 2016 sampai 2018. Penelitian ini dilakukan selama 15 hari pada tanggal 21 Agustus – 4 September 2015 dengan titik lokasi palem berada pada koordinat 6°51'33,57" LS dan 109°22'54,15" BT (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data lapangan pasang surut selama 15 hari dengan interval satu jam dan data pendukung berupa data MSL bulanan yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial pada Januari 2010 sampai September 2015, serta peta RBI Kabupaten Pemalang Skala 1:25000 publikasi Bakosurtanal tahun 1999.

Metode Penelitian

Data pasang surut yang diperoleh dari data lapangan kemudian diacukan dengan benchmark terdekat, yaitu di Pelabuhan Perikanan Tegal, dengan menyamakan waktu antara data pengamatan di lapangan dan data real time yang ada di Pelabuhan Perikanan Tegal. Setelah data disamakan dan dikoreksi, data diolah dengan menggunakan metode Admiralty untuk mengetahui nilai Formzahl dan sembilan komponen pasang surut. Dalam penelitian ini, digunakan metode Admiralty yang dikemukakan oleh Ongkosongo dan Suyarso (1989) mengemukakan bahwa dalam metode Admiralty permukaan air laut rata-rata diperoleh dengan menghitung konstanta-konstanta pasut. Dari data pasang surut lapangan yang telah diolah dengan menggunakan metode Admiralty, dapat digunakan untuk peralaman pasang surut, yang merupakan lanjutan dari

metode Admiralty. Setelah didapatkan nilai peramalan, kemudian dilanjutkan dengan menentukan nilai MSL yang didapatkan dari rata-rata peramalan tiap bulan.

Data MSL bulanan BIG merupakan inputan yang digunakan dalam peramalan MSL dengan menggunakan ARIMA. Pengolahan data ARIMA menggunakan software Minitab 16. Menurut Iriawan dan Astuti (2006), langkah-langkah untuk melakukan peramalan dengan metode ARIMA yaitu:

1. Pemeriksaan kestasioneran data
2. Identifikasi model dalam ARIMA. Melalui plot ACF dan PACF kita dapat menentukan model ARIMA yang bisa digunakan dalam prediksi. Kemudian dilanjutkan dengan penentuan parameter p, d dan q dalam ARIMA, seperti pada Tabel 1.
3. Penentuan persamaan model ARIMA. Koefisien-koefisien yang digunakan dihasilkan dari hasil analisis parameter model ARIMA dengan error terkecil.
4. Validasi Prediksi.
5. Prediksi. Langkah selanjutnya adalah dengan menggunakan model terbaik untuk prediksi. Jika model terbaik telah ditetapkan, model itu siap digunakan untuk prediksi.

Tabel 1. Tabel ACF dan PACF

No	Model	ACF	PACF
1.	AR (p)	<i>Dies</i> (menurun secara eksponensial)	<i>down</i> Cut off (terputus) setelah lag p
2.	MA (q)	Cut off (terputus) setelah lag q	<i>Dies</i> down (menurun secara eksponensial)
3.	ARM A (p, q)	<i>Dies</i> (menurun secara eksponensial) setelah lag (q-p)	<i>Dies</i> down (menurun secara eksponensial) setelah lag (p-q)

(Sumber: Wei, 1994)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

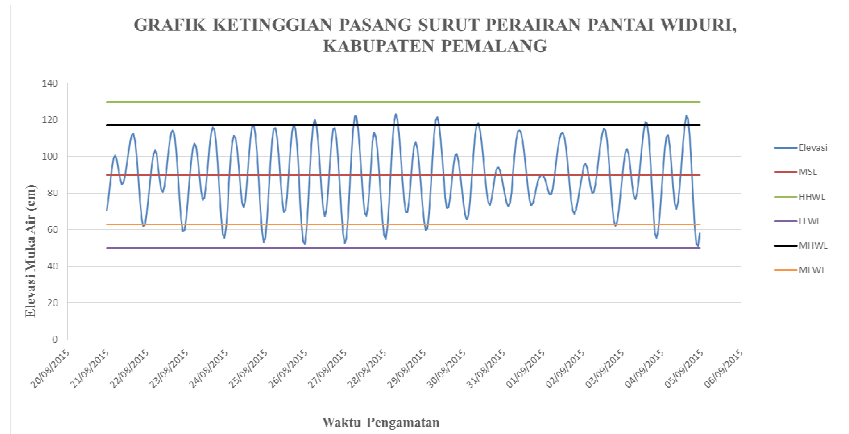
Pasang Surut

Perhitungan analisa harmonik dengan menggunakan metode Admiralty diperoleh nilai amplitudo (A) dan keterlambatan fase (g°) tiap komponen, yaitu komponen S_0 , M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , O_1 , M_4 , MS_4 , K_2 , dan P_1 (Tabel 2). Pengolahan dengan menggunakan metode Admiralty juga menghasilkan data elevasi muka laut, seperti HHWL (*Highest High Water Level*), MSL (*Mean Sea Level*), dan LLWL (*Lowest Low Water Level*). Dari pengolahan tersebut diperoleh nilai HHWL = 130 cm, MSL = 90 cm, dan LLWL = 50 cm.

Tabel 2. Konstanta Pasang Surut Perairan Pantai Widuri, Kabupaten Pemalang

	S_0	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_4	MS_4	K_2	P_1
A (cm)	90	16,81	10,15	6,84	13,82	2,62	1,02	0,11	2,33	4,56
g°		16	336	50	43	319	32	352	336	336

Berdasarkan data pada Tabel 2, tipe pasang surut dapat ditentukan berdasarkan nilai Formzahl, yang merupakan perbandingan antara konstanta pasang surut harian utama dan konstanta pasang surut anda utama. Hasil perhitungan memperoleh nilai Formzahl sebesar 0,61 dengan tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailling semidiurnal*), sesuai kriteria bahwa nilai Formzahl adalah $0,25 < F \leq 1,5$ merupakan tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda. Grafik ketinggian pasang surut dapat pula menentukan tipe pasang surut, yang terdapat pada Gambar 2 bahwa pada satu hari terdapat dua kali pasang dan surut dengan ketinggian yang berbeda.

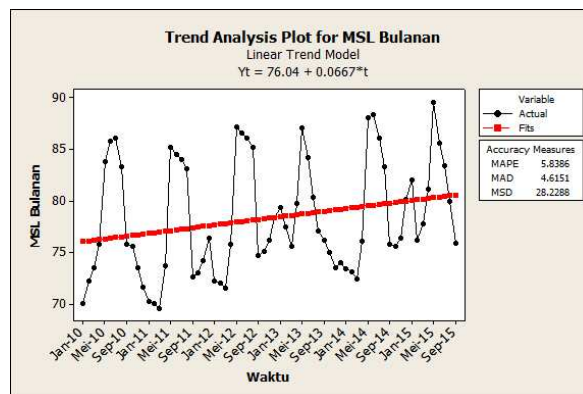


Gambar 2. Grafik Pasang Surut Perairan Pantai Widuri Kabupaten Pemalang

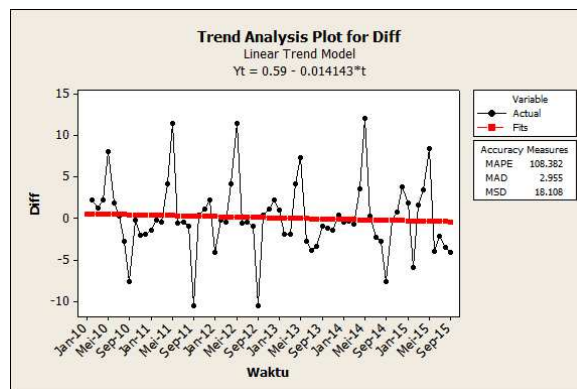
Peramalan Pasang Surut

Hasil peramalan MSL dengan metode Peramalan PasangSurut (Rampas) Admiralty diperoleh nilai MRE sebesar 26,71% dengan nilai kebenaran sebesar 73,29%. Hasil perhitungan metode ini diperoleh dari nilai rata-rata data pasang surut prediksi setiap bulan selama tiga tahun.

Data inputa dalam analisa ARIMA berupadata MSL bulanan dari BIG dari bulan Januari 2010 sampai September 2015. Langkah awal yaitu identifikasi model dengan membuat *time series* plot untuk elevasi pasang surut untuk melihat kestasioneran data (Gambar 3). Gambar 4 menunjukkan bahwa data telah dilakukan *difference* sehingga data telah stasioner.



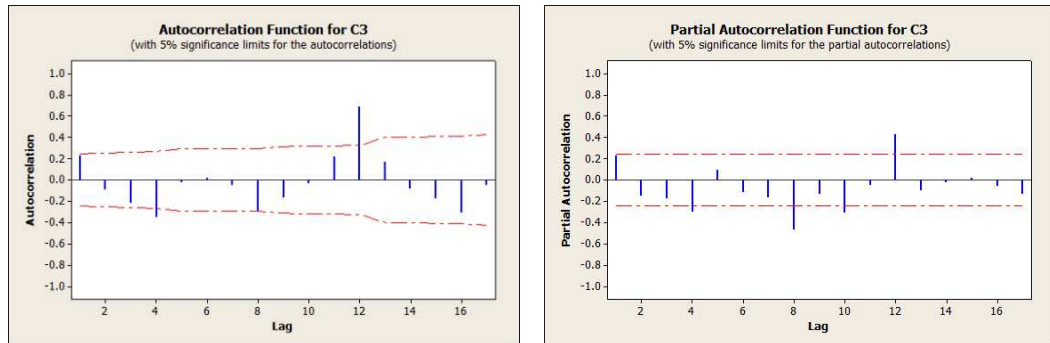
Gambar 3. Plot *Time Series* MSL Bulanan



Gambar 4. Nilai setelah dilakukan *Difference* Satu Kali

Tahap selanjutnya adalah menentukan model peralaman dengan melihat visual plot ACF (*Autocorrelation Function*) dan PACF (*Partial Autocorrelation Function*). Berikut

adalah plot ACF dan PACF yang dapat menentukan parameter model ARIMA yang disajikan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Plot ACF dan PACF

Gambar 5 menunjukkan bahwa data telah stasioner dalam mean, terlihat dari tidak adanya *lag* yang menurun mendekati nol. Plot ACF menunjukkan bahwa nilai autokorelasi menurun secara eksponensial, sehingga menunjukkan orde MA (4). Sedangkan Plot PACF menunjukkan adanya *lag* yang menurun secara eksponensial, sehingga menunjukkan orde AR (4). Dari adanya indikasi MA (4) dan AR (4), ARIMA memiliki dua puluh empat kemungkinan model. Model-model sementara yang telah didapatkan selanjutnya akan mengalami pengujian signifikansi nilai parameternya, dan dari setiap pengujian selanjutnya dilakukan pengecekan diagnosa apakah residu bersifat white noise, dari adanya distribusi normal dan bersifat random (acak).

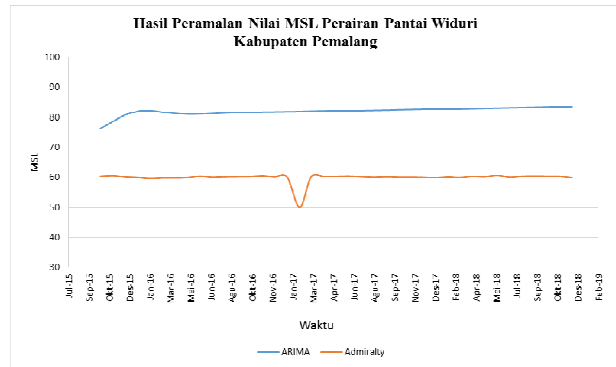
Tabel 3. Koefisien Estimasi Parameter

Model	Type	Coef	SE Coef	T	P	Signifikansi	Nilai Kesalahan (MS)
(0,1,1)	MA 1	-0,2795	0,1184	-2,36	0,021	Signifikan	17,5
(1,1,1)	AR 1	-0,5711	0,2254	-2,53	0,014	Signifikan	17,28
	MA 1	-0,0834	0,1605	-5,19	0,000		
(1,1,2)	AR 1	0,4623	0,193	2,4	0,020	Signifikan	14,135
	MA 1	0,4664	0,2218	2,1	0,039		
	MA 2	0,4991	0,1353	3,69	0,000		
(2,1,1)	AR 1	1,0095	0,1134	8,9	0,000	Signifikan	13,028
	AR 2	-0,4769	0,1118	-4,26	0,000		
	MA 1	0,9795	0,072	13,6	0,000		

Setelah menentukan koefisien estimasi, dapat dilanjutkan dengan pemeriksaan melihat nilai *P-Value* pada Tabel 3. Jika $P\text{-Value} < \alpha = 0,05$, maka model dapat dikatakan acak dan dapat dilanjutkan, sehingga semua model dikatakan berhasil. Setelah terlihat hasil uji signifikansi, dapat dilanjutkan dengan pemilihan nilai MS yang terkecil. Hasil terkecil dari nilai MS merupakan indeks model paling tepat untuk peramalan. Dari Tabel 3 terlihat bahwa indeks ARIMA (2,1,1) merupakan model peramalan paling tepat.

Hasil peramalan MSL di perairan Pulau Pari dapat dilihat pada Gambar 6. Nilai MSL dengan menggunakan metode Admiralty didapatkan dari hasil peramalan pasang surut tiap bulan. Sedang nilai MSL dengan menggunakan metode ARIMA didapatkan dari model ARIMA (2,1,1) dengan rumus:

$$Y_t = 2,0095Y_{t-1} - 1,4864Y_{t-2} + 0,4769Y_{t-3} - 0,9795a_{t-1} + a_t$$



Gambar 6. Hasil Peramalan MSL di Perairan Pantai Widuri Kabupaten Pemalang

Pembahasan

Pasang Surut

Tipe pasang surut berdasarkan kurva pasang surut dapat dilihat pada Gambar 2. Pasang surut di suatu lokasi pengamatan dapat dipisahkan menurut tipe harian tunggal, harian ganda, dan campuran (condong harian tunggal dan condong harian ganda) (Poerbandono dan Djunarsah, 2005).

Berdasarkan perhitungan nilai Formzahl yang didapatkan sebesar 0,61, tipe pasang surut diperoleh dengan perbandingan nilai K_1 dan O_1 (konstanta pasut tunggal utama) terhadap nilai M_2 dan S_2 (konstanta pasut ganda utama) (Ongkosongo dan Suyarso, 1989). Hasil perhitungan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai terbesar terdapat pada komponen M_2 dengan nilai 16,81 cm yang merupakan komponen pasang surut ganda. Sedangkan komponen K_1 dan O_1 yang merupakan komponen pasang surut harian tunggal memiliki nilai amplitudo relatif kecil, dengan nilai 13,82 cm dan 2,62 cm.

Peramalan Pasang Surut Metode Admiralty

Pada perhitungan dengan menggunakan metode Peramalan Pasang Surut (Rampas) menghasilkan data ramalan yang mendekati data lapangan. Nilai peramalan didapatkan dari nilai amplitudo pada komponen S_0 , yang ditambah dengan jumlah amplitudo pada tiap komponen. Perhitungan MSL dengan menggunakan metode ini didapatkan dari rata-rata data pasang surut tiap bulan. Hasil verifikasi yang didapatkan dari perbandingan antara nilai MSL lapangan dan MSL peramalan diperoleh nilai MRE sebesar 26,71%, dimana hasil kebenaran untuk peramalan metode Admiralty yaitu sebesar 73,29%. Hal ini sesuai dengan pendapat Atmodjo (2011) bahwa nilai error dalam suatu peramalan maksimal 40%, sehingga peramalan dapat digunakan.

Peramalan Pasang Surut Metode ARIMA

Data yang digunakan pada proses peramalan merupakan data MSL bulanan yang diperoleh dari instansi BIG (Badan Informasi Geospasial) dari Januari 2010 sampai September 2015, sehingga data yang digunakan sebanyak 69 data. Wiyanti dan Pulungan (2012) menyatakan bahwa data yang digunakan dalam peramalan ARIMA harus minimal 2 tahun atau 24 data pengambilan. Metode ARIMA merupakan salah satu bentuk analisis deret waktu (*time series analysis*). Model ARIMA dapat menganalisis data secara univariat yang mengandung pola *trend* dan musiman. Metode ini hanya menganalisis melalui data yang stasioner, sehingga data yang non stasioner harus distasionerkan terlebih dahulu dengan transformasi dan atau pembedaan (*difference*) (Box dan Jenkins, dalam Octora, 2010). Nilai MRE yang didapatkan dalam verifikasi ARIMA adalah sebesar 4,84% dengan nilai kebenaran sebesar 95,16%.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa

1. Tipe pasang surut yang terjadi pada Perairan Pantai Widuri berdasarkan perhitungan nilai formzhal adalah pasang surut campuran condong harian ganda.
2. Nilai peramalan MSL pada tahun 2016 sampai 2018 dengan menggunakan metode Peramalan Pasang Surut Admiralty berkisar antara 49,99 cm sampai 60,58 cm dengan MRE sebesar 26,71% sehingga nilai kebenaran yang diperoleh sebesar 73,29%. Nilai peramalan dengan menggunakan ARIMA berkisar antara 76,24 cm sampai 83,45 cm dengan nilai MRE sebesar 4,84%.
3. Kelebihan metode ARIMA adalah dapat meramalkan semua tipe data dengan memberikan keakuratan yang baik, dan kekurangan metode ARIMA adalah hanya dapat meramalkan untuk jangka pendek.

Saran

Sebaiknya dalam inputan data peramalan dengan menggunakan ARIMA diperbanyak, agar peramalan dapat dilakukan dengan jangka waktu yang lebih panjang dan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmodjo, W. 2011. Studi Persebaran Sedimen Tersuspensi di Muara Sungai Porong, Kabupaten Pasuruan. Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. Semarang, [Jurnal] Buletin Oseanografi Marina 2011(1):60-81
- BAPPEDA. 2014. Kabupaten Pematang. <http://www.pematangkab.go.id/>
- Box, G. E. P. dan G. M. Jenkins. 1976. Time Series Analysis, Forecasting, and Control. Edisi Revisi. San Fransisco: Holden-Day.
- Iriawan, N. dan P. S. Astuti. 2006. Mengolah Data Statistik dengan Mudah menggunakan Minitab 14. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Octora, M. 2010. Perbandingan Metode ARIMA (Box Jenkins) dan Metode Winter dalam Peramalan Jumlah Kasus Demam Berdarah Dengue. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga. Surabaya.
- Ongkosongo, O. S. R. dan Suyarso. 1989. Pasang Surut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta
- Poerbandono dan Djumarsjah, E. 2005. Survei Hidrografi. PT Refika Aditama, Bandung.
- Sugiyono. 2003. Metode Penelitian Bisnis. Pusat Bahasa Depdiknas, Bandung.
- Wei, W. W.S. 1994. Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods. Addison-Wesley Publishing Company Inc. United States of America.